

**A foszfor-trágyázás tanulmányozása
egyiptomi talajon
I. A búza növekedése és foszfortartalma
foszfor-trágyázás hatására**

M. KHADR, F. MAKLED és N. M. MOWELHY

*Alexandriai Egyetem, Al-Azhar Egyetem,
Mezőgazdasági Minisztérium, ÉAK*

A foszfor az életfolyamatokkal szoros kapcsolatban áll és minden élő sejtnek alkotórésze. Jó hatással van a korai gyökérfejlődésre és így gyors és erőteljes kezdeti növekedést biztosít a növényeknek, továbbá elősegíti az érési folyamatokat, stimulálja a virágzást és a magképzést.

A foszfor-műtrágyák alkalmazásának egyik legnagyobb problémája a foszfátok megkötődése a talajban. Ha oldékony foszfor-vegyületet használunk fel, az oldhatatlan foszfor vegyületté alakul át (vagyis fixálódik) majdnem közvetlenül azután, hogy érintkezésbe kerül a talajjal. Egyidejűleg csökken az adott foszfor felvehetősége a növények által. A lúgos kémhatású talajokban a foszfor kalciumfoszfát alakjában a savanyú talajokban pedig vas vagy alumíniumfoszfát formájában kötődik meg. A foszfát megkötődés köszönhető továbbá az anion kicserélődési folyamatoknak is és ilyen esetekben a foszfát többé vagy kevésbé erősen kapcsolódik a talaj adszorpciós komplexusához.

Irodalmi áttekintés

MURPH [16] azt találta, hogy a búza szemtermése szuperfoszfát alkalmazása esetén volt a legnagyobb. CROWTHER és YATES [9] megállapították, hogy a termés megjavult, amikor nagyadagú szuperfoszfátot használtak fel.

OLSEN és GARDNER [17] kimutatták, hogy szuperfoszfát trágyázás esetén szignifikánsan növekedett a búza termése és a mag foszfortartalma. WILLIAMS és SMITH [25] szintén azt találták, hogy a szuperfoszfát növelte a búza termését 5–26%-al. ANDERSON és munkatársai [3] azt találták, hogy a búza, zab és árpa termése fokozódott (mintegy 50%-al) a szuperfoszfát műtrágya hatására. Hasonló eredményeket írt le HESTER [11], BRYANT [7], LAWTON és munkatársai [15] SEXSMITH és RUSSEL [22]. BOLDYREV [6] szerint a búza P_2O_5 tartalma bokrosodás idején 0,87–1,0% között ingadozik. Hasonló eredményeket ért el ABD-EL-NAIM [1] és COLWELL [8].

A foszfor megoszlása eltérő jellegű a növény egyes részeiben. Általában a magvak és a generatív részek tartalmazznak több foszfort. Kifejlett kukorica növényben az összes foszfor 29%-a a levelekben, 11%-a a szárban, 4%-a gyökerekben és 56%-a csöves termésben található. Aso [4] kimutatta, hogy a ^{32}P azokon a helyeken halmozódik fel a búzában és a paradicsomban, ahol aktív anyagszállítási folyamatok mennek végbe. ABD-EL-NAHIM [1] adatai szerint

búzánál az érési fázisban az összes foszfor 8,9%-a a gyökerekben, 14,7%-a földfeletti részben és 76,4%-a a magvakban volt.

ADORJAN [2] adatai szerint a foszfortartalom növekszik a búza növényekben egészen az aratást megelőző ötödik napig. A szár, a levelek és a pelyva foszfortartalma fokozatosan csökkent az aratást megelőző 25 nap alatt, ugyanakkor a mag foszfortartalma fokozatosan növekedett.

Hasonló eredményeket ért el KNOWLES és WALKIN [14], WAGNER [24]. A foszforfelvétel PIERRE [19] adatai szerint megszűnik az aratás előtt néhány nappal. BIDDULPH és WOODBRIDGE [5] szerint a relatív legnagyobb foszforfelvétel az alacsony talajfoszfor esetén áll elő. REMY [21] kimutatta, hogy első fejlődési szakaszban az átlagos szárazanyag felhalmozódás őszi árpánál, rozsnál és búzánál az érési szárazanyag súlynak 4%-át jelentette. Ennél a korábbi fejlődési szakaszban a felvett foszfor mennyisége az összesen felveendő foszfor 8%-át jelentette. Az egyensúlyi állapotot virágzás fázisában érte el, amikor is a szárazanyag súlya és a felvett foszfor mennyisége egyaránt 77% volt a végső, érési adatokhoz viszonyítva. Hasonló eredményeket ért el SINGH [23] és LAWTON [15] is.

A jelen munka fő célkitűzése az volt, hogy tanulmányozzuk a búza növekedését és foszfortartalmát foszfortrágyázás hatására.

Felhasznált anyagok és módszerek

A) Anyagok

A búzát 20 cm átmérőjű és 25 cm magasságú tenyészedényekben termesztettük, amelyek belső felületét bitumennel eresztették be. A Sakha Mezőgazdasági Kísérleti Állomásról hoztunk be feltalajt, azt légszáraz állapotban 2 mm lyukátmérőjű szitán bocsájtottuk keresztül, majd mindegyik edénybe 5 kg talajt helyeztünk.

Öt kezelést alkalmaztunk, mégpedig 0, 30, 60, 90, és 120 mg P_2O_5 /edény adagokat, melyeket monokálciumfoszfát alakjában (oldatban) vittünk be a talajba. Ezek az adagok megegyeztek a 0, 120, 240, 360 és 480 kg szuperfoszfát/ha adagokkal. A monokálciumfoszfátot ^{32}P jelzéssel láttuk el, hogy meghatározhatjuk a felvétel mértékét. A fajlagos aktivitás 0,357 mC/l g P_2O_5 volt. Mindegyik kezelésnél négy ismétlést alkalmaztunk és az edényeket véletlen blokk elrendezésben helyeztük el.

Kísérleti növényként *Giza 150* fajtájú búzát használtunk fel, melyből húsz, kézzel kiválogatott és fertőtlenített magot vetettünk el mindegyik edénybe. Később a növényszámot tízre ritkítottuk ki oly módon, hogy azok egyenletesen oszoljanak meg az edényekben. Az öntözést csapvízzel végeztük a szántóföldi vízkapacitás értékéig.

Növénymintákat a különböző fejlődési fázisokban vettük, mégpedig 35., 47., 61., 75., 93. (kalászosítás), 103. (teljes érés), és a 142. napon (teljes érés). A növényeket közvetlenül a földfelszín felett vágtuk le, megszárazítottuk és megőröltük. A gyökereket nem vizsgáltuk.

1. A főbb kezelési időpontok:

Vetés 1966. november 18-án. Öntözés hetenként. Ritkítás december 8-án. Mútrágyázás december 15-én. Utolsó öntözés az aratás előtt 15 nappal. Aratás 1967. április 10-én.

2. Nitrogén és kálium alkalmazása:

1/a táblázat

A kísérleti talaj alapvizsgálati adatai

(1) Homok durva finom	(2) Iszap agyag	HCO ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	(3) Összes só %	pH	CaCO ₃ %
		mgé/100 g									
0,8 34	30 30	0,9	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,16	8,5	2,8

1/b táblázat

A kísérleti talaj tápanyagviszonyait jellemző adatok

(1) Kicsérélhető kationtartalom mgé/100 g					(2) Tápanyagtartalom mg/100 g				
Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	összesen	N		P ₂ O ₅		
					összes	oldható	összes	0,5 mol NaHCO ₃ -ban	H ₂ O-ban
								oldható	
28	2	2	1	33	80	2	80	1	0,1

Mindegyik edénybe oldat alakjában kalciumnitrátot és káliumszulfátot adtunk 408 és 120 kg/ha-nak megfelelő adagban.

B) Analitikai módszerek

A növénymintákat koncentrált salétromsav, kénsav és perklórsav keverékével ronsoltuk el. A foszfort magnézium-ammónium foszfát alakjában csaptuk ki és hevítéssel magnéziumpyrofoszfáttá alakítottuk át PIPER [20]. A csapadék az összes foszfort foglalja magában.

A felhasznált talaj analízisét a következő módon végeztük el.

A mechanikai összetételt PIPER [20] pipettás módszerével vizsgáltuk. Az oldható sókat is PIPER [20] szerint állapítottuk meg. A kationokat és anionokat 1:5 arányú talaj:víz kivonatban határoztuk meg. A kicsérélhető kationokat és a kation kicserélési kapacitását az U. S. D. A. [10] eljárással állapítottuk meg. A szervesanyagot WALKLEY és BLACK gyors titrálósos módszerével határoztuk meg (PIPER [20]).

A pH értéket 1:2,5 talaj:víz szuszpenzióban üvegelektrodás pH mérővel állapítottuk meg (PIPER [20]). Az összes karbonát tartalmát a Collius-féle calciméterrel térfogatos módszerrel állapítottuk meg. (WRIGHT [24]), majd a CaCO₃ mennyiségét számítással határoztuk meg. Az összfoszfort AGIZA módszerével határoztuk meg. A vízdoldható foszfort HIBBARD [12] módszerével a nátrium-bikarbonátban oldódó foszfort pedig OLSEN és munkatársai [18] szerint állapítottuk meg.

Eredmények és azok megvitatása

1. A felhasznált talajminták mechanikai összetétele és kémiai analízise

A felhasznált talajminták vizsgálati adatait az 1. táblázatban adjuk meg.

A vizsgált talaj nem szikes, nem alkálikus agyagos vályog, amely kevés szervesanyagot tartalmaz. A talaj kationkicszerelő kapacitása mintegy 32 mgeé/100 g talaj, a domináns kation a kalcium, amely a kapacitásnak mintegy 88%-át foglalja el. A minta viszonylag szegény mind össznitrogén (0,08%), mind felvehető nitrogén tartalomban (2,0 mg%). A három foszfor-frakció mennyisége is csekély. Az összes foszfor, az NaHCO_3 – oldható foszfor és a vízzoldható foszfor értékei a következők: 0,08% ill. 1,0 és 0,1 mg%.

2. A foszfortrágyázás hatása a búza növekedésére és termésére

Az egész növény, a levelek, a szár, kalászkok, a pelyva és a magvak szárazanyag súlyának adatait a 2. táblázatban találjuk meg.

2. táblázat

A búzanövény egyes szerveinek szárazanyag súlya különböző foszfortrágyázás hatására

(1) Növényi rész és életkor napokban	(2) Adagolt szuperfoszfát kg/ha					SzD	
	0	120	240	360	480	1%	5%
	(3) Szárazanyag súly g/edény						
A) Egész növény							
33	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	0,87	0,66
47	7,8	8,0	8,1	8,5	8,7		
61	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6		
75	30,0	31,1	31,5	32,0	33,0		
93	41,4	42,3	43,2	44,2	45,2		
103	47,3	48,2	48,8	49,0	49,6		
142	58,0	59,2	60,7	61,1	61,8		
	SzD _{1%} = 1,03		SzD _{5%} = 0,73				
B) Levél + szár							
93	29,5	30,0	30,0	31,0	31,6	0,82	0,62
103	28,3	28,6	28,8	29,0	29,4		
142	27,8	28,1	28,2	28,6	28,9		
	SzD _{1%} = 0,97		SzD _{5%} = 0,73				
C) Kalász							
93	11,9	12,3	13,2	13,2	13,6	0,82	0,62
103	19,0	19,6	20,0	20,0	20,2		
142	30,2	31,1	32,5	32,5	32,9		
	SzD _{1%} = 1,20		SzD _{5%} = 0,090				
D) Pelyva							
142	8,6	8,6	8,7	8,7	8,7	nem szignifikáns	
E) Szem							
142	21,8	22,5	23,8	23,8	24,2	0,80	0,54

2. táblázat adataiból teljesen világos, hogy a foszfor növelte a búza szárazanyag hozamát. Magasan szignifikáns növekedést láthattunk az egész növény, a levelek, és a szár szárazanyag súlyában az életkor előrehaladásával. A szárazanyag növekedésének mértéke viszonylag alacsony volt a korai növekedési szakaszban (33 napos korban) és fokozatosan emelkedett ettől az időszaktól kezdve egészen a 75. napig. A maximális értéket a 61. és 75. nap között érte el. Majd a növekedésnek ez a mértéke fokozatosan csökkent, amíg a növény életkora el nem érte a 103. napot, de azután ismét emelkedés állt elő. A levelek és a szár szárazanyag súlya szignifikánsan növekedett az életkorral egészen a negyedik mintavétel (75. nap) idejéig. Majd a súlyadatok csökkentek a teljes érés stádiumáig (103. nap), majd ettől kezdve ismét statisztikailag azonos értéket mutattak.

A kalászkok növekedése (szárazanyag súlya) fokozódott a foszfortrágyázás hatására (5%-os valószínűségi szinten). A kalászkok súlya növekedett az életkorral (a növekedés erősen szignifikáns volt) és maximális értékét az éréskor érte el a 142. napon.

A szem szárazanyag súlyának növekedése a foszfortrágyázás hatására is 5%-os szinten szignifikáns volt, a pelyva szárazanyag súlya azonban azonos volt minden foszforkezelés esetén.

Ezek az adatok összhangban vannak CROWTHER és YATES [9] MURPHY [16] és ANDERSON és munkatársai [3] eredményeivel.

3. Összfoszfor mennyisége a búza növényben

Az egész növény, a levelek, és a szár, a kalászkok és a pelyva valamint a szemek összfoszfortartalmára vonatkozó adatok a 3.-6. táblázatokban találhatók.

Meg lehet említeni, hogy (3. és 4. táblázatok) az 1 g szárazanyag súlyra számított foszfortartalom a különböző növekedési fázisokban emelkedett a foszfortrágyázás hatására. Ez a jelenség egyaránt megfigyelhető volt az egész növénynél, a leveleknél és a szárnál, valamint kalászkoknál. A maximális értéket a műtrágya legnagyobb adagjánál érték el (480 kg/ha). Ugyanakkor, erősen szignifikáns foszfortartalom csökkenés állt elő az életkor előrehaladásával az egész növénynél, a leveleknél és a szárnál. A kalász foszfortartalma növekedett a fejlődés előrehaladásával. Másrészt a pelyva és a magvak foszfortartalma (1 g szárazanyagra számítva) nem változott szignifikánsan a foszfortrágyázás hatására. Hasonló eredményt ért el JORDAN [13]. COLWELL [8].

Az egy edényre számított összes felvett foszfor mennyiségét is kiszámítottuk és mg P_2O_5 -ben adtuk meg a 3. és 4. táblázatokban. Láthatjuk, hogy a foszfortrágyázás növelte a felvett összes foszfor mennyiségét az egész növényben, a levelekben, a szárnál és a kalászkban. A foszforfelhalmozódás az idő függvényében folyamatos volt az egész növényre és a kalászkra számítva, azonban a leveleknél és a szárnál ez a felhalmozódás csak a negyedik mintavételi időpontig folytatódott.

Hasonló növekedés volt jellemző a szárazanyag felhalmozódásra és a folyamatos foszforfelvételre. A negyedik mintavételi időponttól kezdve a foszforfelhalmozódás lecsökkent a levelekben és a szárnál, mivel a foszfor egy része átvándorolt az újonnan fejlődött szervekbe, főleg a kalászkokba.

Ami a felhasznált foszfor százalékos tartalmát és a szárazanyag hozamot

illeti a növény növekedésének különböző időszakaiban, elvégeztük a következő számítást: a 3. és 2. táblázatokból véve az adatokat, százalékban fejeztük ki az összfoszfor tartalmat és a szárazanyag hozamot az egyes mintavételi idő-

3. táblázat

A növény össz-foszfor tartalma különböző foszfortrágyázás hatására

(1) Növényi rész és életkor napok- ban	(2) Adagolt szuperfoszfát kg/ha					SzD 1% 5%	(2) Adagolt szuperfoszfát kg/ha					SzD 1% 5%
	0	120	240	360	480		0	120	240	360	480	
	(3) P ₂ O ₅ mg/ g szárazanyag						(4) P ₂ O ₅ mg/edény					

A) Egész növény

33	12,0	12,6	12,8	13,6	13,8		26	28	29	32	33	
47	11,7	11,8	12,0	12,2	12,5		91	94	97	103	108	
61	7,9	8,3	9,1	9,2	9,7		110	125	138	142	151	
75	5,5	5,8	5,9	6,2	6,8	0,06	165	180	186	198	224	0,8
93	5,3	5,4	5,5	5,6	5,8	0,04	219	228	236	247	263	0,6
103	5,2	5,3	5,6	5,7	5,8		244	256	275	281	287	
142	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6		296	313	327	337	348	
SzD _{1%} = 0,07 SzD _{5%} = 0,05							SzD _{1%} = 0,9 SzD _{5%} = 0,7					

B) Levél + szár

93	5,2	5,3	5,4	5,5	5,7		153	159	162	171	180	
103	4,6	4,7	5,1	5,2	5,3	0,05	130	134	147	151	156	0,5
142	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	0,04	89	94	96	103	106	0,4
SzD _{1%} = 0,06 SzD _{5%} = 0,05							SzD _{1%} = 0,6 SzD _{5%} = 0,4					

C) Kalász

93	5,5	5,6	5,6	5,8	6,1		66	69	74	77	83	
103	6,0	6,2	6,4	6,5	6,5	0,04	114	122	128	130	131	1,3
142	6,8	7,0	7,1	7,2	7,3	0,03	207	219	231	234	241	0,9
SzD _{1%} = 0,03 SzD _{5%} = 0,03							SzD _{1%} = 1,0 SzD _{5%} = 0,7					

4. táblázat

A kalász és szem össz-foszfor tartalma különböző foszfortrágyázás hatására

(1) Növényi rész és foszformegoszlás	(2) Adagolt szuperfoszfát kg/ha					SzD	
	0	120	240	360	480	1%	5%
	P ₂ O ₅ tartalom mg						
a) 1 g szárazanyagban							
D) Pelyva	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	nem szig- nifikáns	
E) Szem	9,1	9,2	9,2	9,3	9,4		
b) Edényenként							
D) Pelyva	11,2	11,9	12,0	13,1	13,1	0,9	0,6
E) Szem	195,5	207,0	218,9	221,3	227,5	7,9	4,7

pontokban, olymódon, hogy az érett állapotban levő növényt vettük száznak. Ezek a számított adatok a 5. táblázatban láthatók.

5. táblázat

A foszfortartalom és a szárazanyag abszolút és relatív értékei különböző fejlődési szakaszokban

(1) Életkor napokban	(2) Átlagos foszfortartalom P_2O_5 mg		(3) Átlagos szárazanyag súly mg	
	edényenként	%	edényenként	%
33	29,8	9,2	2,3	3,8
47	99,1	30,6	8,2	13,6
61	133,2	41,1	15,2	25,3
75	190,8	68,9	31,5	52,4
93	238,6	73,6	43,3	71,9
103	268,6	62,9	48,6	80,9
142	323,9	100,0	60,2	100,0

Láthatjuk a 5. táblázatból, hogy a foszforfelvétel egészen a teljes érés fázisáig folytatódik. A növekedés korai fázisától kezdve egészen a vetés utáni 75. napig a relatív foszfortartalom felülmúlja a szárazanyag relatív felhalmozódási ütemét. A 75. nap után a különbségek elmosódnak és a relatív értékek többnyire egyformák. Ezek az adatok megegyeznek REMY [21] közlésével.

4. Az összfoszfor megoszlása a búza különböző szerveiben

A 6. táblázatban adjuk meg a búza szerveiben talált foszfor megoszlását, az értékeket az egész növény összfoszfor tartalmának százalékában fejeztük ki.

A táblázat adatai a 3. és 4. táblázat adataiból származnak.

Jól látható, hogy a kalászképződés idején (93. nap) a foszfornak mintegy 70%-a a levelekben és a szárban halmozódott fel és mintegy 30%-a a kalászokban. Az érési fázisban (142. nap) éppen ellenkező képet találtunk. Mintegy 70% volt a kalászban és 30% maradt a levelekben és a szárban. A kalászban levő foszfor zöme a magvakban halmozódott fel.

A pelyva foszfortartalma a kalászban található foszfornak kevesebb mint 6%-át jelentette. A levelek és a szár foszfortartalma kisebb volt a teljes érés fázisában, mint a kalászképződés idején, a kalászban viszont fordított kép figyelhető meg. A teljes érés idején a foszfortartalom valamivel nagyobb volt a levelekben és a szárban, mint a kalászban. Figyelemre méltó, hogy a különböző vizsgált szervekben levő foszfor mennyisége (6. táblázat) a három szakaszban lényegileg azonos volt mindegyik trágyázási kezelés esetén.

Röviden azt lehet mondani, hogy a levelek és a szár foszfortartalma csökkenő tendenciát mutat az életkorral és a minimális értéket a teljes érési fázisban éri el, ugyanakkor a kalász foszfortartalma állandóan növekszik és a maximális értéket szintén a teljes éréskor mutatja. Ilymódon feltehető, hogy vagy az a foszfor, amelyet a növény a kalászosítás és a teljes érés között vett fel, került be egyenesen a magvakba, vagy pedig a szárban és a levelekben felhalmozódott foszfor transzlokálódott a kalászba.

6. táblázat

Az összfoszfor megoszlása a búza különböző szerveiben

(1) Növényi rész és életkor napokban	(2) Adagolt szuperfoszfát kg/ha				
	0	120	240	360	480
	(3) A növény P ₂ O ₅ tartalma %-os eloszlás				
B) <i>Levél + szár</i>					
93	70,1	69,8	68,7	69,1	68,5
103	53,3	52,5	53,5	53,7	54,3
142	30,1	30,0	29,4	30,4	30,8
C) <i>Kalász</i>					
93	29,9	30,2	31,3	30,9	31,5
103	46,7	47,5	46,5	46,3	45,7
142	69,9	70,0	70,6	69,6	69,2
D) <i>Pelyva</i>					
142	3,8	3,8	3,7	3,9	3,8
E) <i>Szem</i>					
142	66,1	66,2	66,9	65,7	65,4

Ennek felderítésére a 7. táblázatban összehasonlítottuk a különböző szervekben és az egész növényben a kalászosítás után előállított foszfortöbblet vagy foszforveszteség átlagos adatait.

7. táblázat

A búza különböző szerveiben felhalmozódott összfoszfor mennyiségének átlagos növekedése vagy csökkenése

(1) Életkor napokban	(2) Levél + szár (veszteség)	(3) Kalászosok (többlet)	(4) Egész növény (többlet)
93—103	21,38	51,41	30,03
103—142	45,92	101,34	85,42

Látható a táblázatból, hogy a vetést követő 93. és 103. nap között az egész növényben növekedett a foszformennyiség; ez a növekedés mintegy 30 mg. A kalászosokban a foszformennyiség növekedése mintegy 51 mg., ugyanakkor a levelek és a szalma foszforvesztesége 21 mg volt. Ez azt mutatja, hogy ezen időszak alatt felvett foszfor a kalászosokba került be. Továbbá, levelekben és a szárban felhalmozódott foszfornak is egy része transzlokálódott a kalászosokba. Hasonló tendencia mutatkozott a 103. és 142. napok közötti időszakban. A kalászosok foszfortöbblete 101 mg volt, ugyanakkor az egész növény 55 mg foszfortöbbletet mutatott.

Ez azt igazolja, hogy a magvak a foszfor raktározódási helyei, akár úgy, hogy a felvett foszfor közvetlenül kerül oda, akár úgy, hogy más szervekből vándorol át. Hasonló következtetésre jutott ADORJAN [2] és WAGNER [24] is.

Összefoglalás

Üvegházban búza növényvel agyagos talajon tenyészedény kísérletet folytattunk le, melynek során vizsgáltuk a foszfortrágyázás hatását a búza növekedésére és foszfortartalmára. Monokálciumfoszfátot ^{32}P -vel jeleztünk, hogy megállapítsuk a foszforműtrágya érvényesülési százalékát. A növény különböző fejlődési szakaszában mintákat vettünk. Az alábbi következtetésekre jutottunk:

1. A foszforműtrágyázás szignifikánsan növelte a növények szárazanyag felhalmozódását. A növekedés üteme alacsony volt a korai fejlődési szakaszokban (33 nap) és fokozatosan emelkedett ettől az időponttól kezdve egészen a 75. napig, miközben a maximális értéket a 61. és 75. nap között mutatta. Az ütem fokozatosan csökkent a 103. napig, majd utána ismét növekedett.

2. Az 1 g szárazanyagra számított foszfortartalom a különböző fejlődési szakaszokban növekedett a foszfortrágyázás hatására mind az egész növénynél, mind a leveleknél, a szárnál és a kalásznál. A maximális értéket a nagyobb adagoknál mutatta. Az életkor előrehaladása során erősen szignifikáns csökkenés volt a foszfortartalomban az egész növénynél, a leveleknél és a szárnál, ugyanakkor a kalásznál növekedett a foszfor mennyisége az életkorral. A foszforműtrágya fokozta a felvett foszfor mennyiségét (P_2O_5 mg/edény) az egész növényben, a levelekben és a szalmában, a kalászokban, szemekben és a pelyvában. Ugyancsak erősen szignifikáns volt a felvett foszfor növekedése az életkor függvényében az egész növényben, a levelekben, a szárában és a kalászában.

3. A kalászosítás időszakában mintegy 70%-a a levelekben, a szárában, illetve 30%-a a kalászokban halmozódott fel a foszfornak. A teljes érés szakaszában (142. nap) ellentétes tendencia állt elő.

Irodalom

- [1] ABD-EL NAIM, E.: Cairo University, Faculty of Agriculture. M. Sc. Thesis. 1958.
- [2] ADORJAN, J.: Die Nährstoffaufnahme des Weizens. Landw. **50**. 193–230. 1902.
- [3] ANDERSON, C. H. & HENNIG, A. M. F.: The effect of data of seeding and fertility level on the yield of wheat, oats and barley in northwestern Alberta. Can. J. Plant Sci. **44**. 15–20. 1964.
- [4] Aso, S.: The translocation of nutrients in crop plants. J. Sci. Soil and Manure, Japan. **26**. 450. 1956.
- [5] BIDDULPH, O. & WOODBRIDGE, C. G.: The uptake of phosphorus by bean plants with particular reference to the effects of iron. Plant Physiol. **27**. 431–444. 1952.
- [6] BOLDYREV, N. K.: Diagnostika uszlovij pitaniya jarovoj psenicü v fazu kusesenija po valovomu himiceszkomu analizu lisztev. Fiziol. Raszt. **10**. 561–570. 1964.
- [7] BRYANT, M. D.: Fertilizer experiments with tomatoes in Texas. Amer. Fert. **107**. 22, 24. 1947.
- [8] COLWELL, J. D.: The effect of fertilizers and season on the yield and composition of wheat in southern New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. **3**. 51–61. 1963.
- [9] CROWTHER, E. M. & YATES, F.: Fertilizer policy in war-time: the fertilizer requirements of peas. Emp. J. Exp. Agric. **9**. 77–97. 1941.
- [10] Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U. S. Salinity Laboratory. U. S. Dept. Agr. Handbook No. 60. Washington. 1954.
- [11] HESTER, J. B.: The plant-food aspects of production. Can. Food Packer. **17**. (4) 23–27, 31–33. C. A. **40** (5182). 1946.
- [12] HIBBARDT, P. L.: Estimation of plant available phosphate in soil. Soil Sci. **88**. 17–28. 1933.

- [13] JORDAN, J. ET AL.: Uptake and movement of fertilizer phosphorus. *Soil Sci.* **73**, 305—313. 1952.
- [14] KNOWLES, F. & WATKIN, J. E.: The assimilation and translocation of plant nutrients in wheat during growth. *J. Agric. Sci. Camb.* **21**, 612—637. 1931.
- [15] LAWTON, K., ERICKSON, A. E. & LEMON, E.: Utilization of phosphate fertilizer by several crops using radioactive phosphorus. *Mich. Agric. Expt. Sta. Quart. Bull.* **35**, 147—155. 1952.
- [16] MURPHY, H. F.: Fertilizing wheat for yield and quality. *Okla. Agric. Expt. Sta. Bull.* **285**. 1945.
- [17] OLSEN, S. R. & GARDNER, R.: Utilization of phosphorus from various fertilizer materials IV. *Soil Sci.* **68**, 163—169. 1949.
- [18] OLSEN, S. R. et al.: Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U. S. Dept. Agr. Circ.* 939. 1954.
- [19] PIERRE, W. H.: The phosphorus cycle and soil fertility. *J. Amer. Soc. Agron.* **40**, 1—14. 1948.
- [20] PIPER, C. S.: *Soil and Plant Analysis*. The University of Adelaide. Australia. 1950.
- [21] REMY, TH.: Fertilization in its relationship to the course of nutrient absorption by plants. *Soil Sci.* **46**, 187—209. 1938.
- [22] SEXSMITH, J. J. & RUSSELL, G. C.: Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on wild oats and spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* **43**, 64—69. 1963.
- [23] SINGH, G.: Relationship between growth in dry weight and uptake of nitrogen and phosphorus in wheat plant. *Soil Sci.* **94**, 331—333. 1962.
- [24] WAGNER, H.: Zum Wachstumsverlauf verschiedener Getreidearten, insbesondere von Hafer. *Z. Pflernähr. Düng.* **25**, A 48—102. 1932.
- [25] WILLIAMS, B. C. & SMITH, F. W.: The effects of different rates, times and methods of application of various fertilizer combinations on the yield and quality of hard red winter wheat, 1949—1950. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **18**, 56—60. 1954.

Érkezett: 1969. augusztus 25.

Studies on Phosphate Fertilization on Egyptian Soil

I. Growth and Phosphorus Content of Wheat as Affected by Phosphate Application

M. KHADR, F. MAKLED and N. M. MOWELHY

Alexandria University, Al-Azhar University, Ministry of Agriculture, Cairo, U. A. R.

Summary

Pot experiment on wheat was conducted in greenhouse on a clay loam soil to study the effect of phosphorus application on the growth and phosphorus content of wheat. Mono-calcium-phosphate was labelled with P^{32} in order to establish the utilization percent of phosphate fertilizer. Samples were taken at various stages of growth. The following conclusions were drawn:

1. Phosphate fertilization significantly increased the dry weight accumulation of the plant. The rate of increase in the dry weight was low in the early stage of growth (33 days) but it gradually increased from this time on until the 75th day, showing a maximum between the 61st and 75th days. The rate gradually decreased until the 103rd day, then again it displayed an increasing tendency.

2. Phosphorus application increased phosphorus content per 1 g dry matter at the different stages of growth in the whole plant, leaves and stems and ears. The highest values were effected by higher doses. A highly significant decrease in phosphorus with age was observed in the whole plant and leaves and stems, whereas in ears an increase was noticed. Phosphorus application increased the accumulated phosphorus (P_2O_5 mg per pot) in the whole plant, leaves and stems, ears, grains and chaffs. There was a highly significant increase with age in the phosphorus accumulated in the whole plant, leaves, stems and ears.

3. In the ear emergence stage about 70% of phosphorus accumulated in the leaves and stems and 30% of it in the ears. At the stage of full maturity (142 days) an opposite tendency was observed.

Table 1/a. Analytical data of the soil used in the experiment. (1) Coarse /fine sand. (2) Silt/ clay. (3) Total salt.

Table 1/b. Data characteristic of nutrient conditions of the soil used in the experiment. (1) Exchangeable cations me/100 g. (2) Nutrient content mg/100 g; N total and soluble, P_2O_5 total, $NaHCO_3$ soluble and water soluble.

Table 2. Dry weight of the different organs of the wheat under the influence of different phosphate fertilizations. (1) Organ of, plant and age in days. A) The whole plant. B) Leaves and stem. C) Ear. C) Chaffs. E) Grain. (2) Superphosphate dose kg/ha. (3) Dry weight g/pot.

Table 3. Total phosphorus content of the plant under the influence of different phosphate fertilizations. (1) and (2) see in Table 2. (3) P_2O_5 mg/1 g dry matter. (4) P_2O_5 mg/pot.

Table 4. Total phosphorus content of the ear and grain under the influence of different phosphate fertilizations. (1) and (2) see in Table 2. a) P_2O_5 mg/1 g dry matter. b) P_2O_5 mg/pot.

Table 5. Absolute and relative values of phosphorus content and dry matter at the different stages of growth. (1) Age in days. (2) Average phosphorus content, P_2O_5 mg per pot and %. (3) Average dry weight mg per pot and %.

Table 6. Distribution of total phosphorus in the different organs of wheat plant. (1) and (2) see in Table 2. (3) P_2O_5 content of plant, percental distribution.

Table 7. Average increase or decrease of the total phosphorus accumulated in the different organs of wheat plant P_2O_5 mg/pot. (1) Age in days. (2) Leaves and stem (loss). (3) Ears (surplus). (4) Total plant (surplus).

Studium über Phosphordüngung auf ägyptischem Boden

I. Beziehungen zwischen dem Wachstum, bzw. Phosphorgehalt des Weizens und der Phosphordüngung

M. KHADR, F. MAKLED und N. M. MOWELHY

Universität von Alexandrien, Al-Azhar-Universität, Ministerium für Landwirtschaft, Kairo, VAR

Zusammenfassung

Es wurde ein Gefässversuch im Glashauss mit Weizen auf Lehm Boden durchge führt und dabei die Wirkung der Phosphordüngung auf das Wachstum und den P Gehalt des Weizens untersucht. Monokalciumphosphat wurde zwecks Bestimmung seines Ausnutzungsgrades mit ^{32}P markiert. Die Proben wurden in den einzelnen Entwicklungsphasen der Pflanzen genommen. Folgendes konnte festgestellt werden:

1. Die P-Düngung erhöhte den Trockensubstanzgehalt der Pflanzen signifikant. In den frühen Entwicklungsphasen (33 Tage) war die Wachstumsgeschwindigkeit gering, von da ab stieg sie stufenweise bis zum 75. Tag; die Maximalwerte zeigten sich zwischen den 61. und 75. Tagen. Danach sank die Wachstumsgeschwindigkeit bis zum 103. Tag, später aber erhöhte sie sich wieder.

2. Der auf 1 g Trockensubstanz berechnete P-Gehalt stieg als Folge der P-Düngung in den einzelnen Entwicklungsphasen, und zwar sowohl in der ganzen Pflanze, als auch in den Blättern, dem Halm und der Ähre. Der Maximalwert wurde bei den grösseren Gaben erreicht. Mit dem Älterwerden der Pflanze ging eine stark signifikante Abnahme des P-Gehaltes sowohl in der ganzen Pflanze, als auch im Halm und in den Blättern vor sich gleichzeitig erhöhte sich aber der P-Gehalt der Ähren. Mit der P-Düngung stieg der aufgenommene Phosphor in den Blättern, im Stroh, in den Ähren, in den Körnern und in der Spreu. Stark signifikant war auch die Zunahme des aufgenommenen Phosphors mit der Lebensdauer in der ganzen Pflanze und in ihren Teilen (Blätter, Halm und Ähre).

3. In der Zeit des Ährenschiessens häufte sich der Phosphor mit 70% in den Blättern und in den Halmen, bzw. mit 30% in den Ähren an. In der Periode der Vollreife (142. Tag) gestalteten sich diese P-Verteilungsverhältnisse umgekehrt.

Tab. 1/a. Kennzeichen des Versuchsbodens (1) Sand, grob/fein, (2) Schlamm/Lehm, (3) gesamter Salzgehalt

Tab. 1/b Nährstoffverhältnisse des Versuchsbodens (1) Austauschbare Kationen megw. /100 g (2) Nährstoffgehalt mg/l g; Gesamter und löslicher Stickstoff; Gesamtes Phosphor, Natrium-bikarbonat-lösliches und wasserlösliches P_2O_5 .

Tab. 2. Trockensubstanzgewicht der Weizenpflanzenteile bei Anwendung verschiedener Phosphordüngermengen (1) Pflanzenteil und Alter der Pflanze in Tagen A) ganze Pflanze, B) Blätter und Halm, C) Ähren, D) Spreu, E) Körner; (2) Superphosphatabgabe, kg/ha; (3) Trockensubstanzgewicht g/Gefäß.

Tab. 3. Gesamt-Phosphorgehalt der Pflanze bei Anwendung verschiedener Phosphordüngermengen, (1)–(2) s. Tab. 2. (3) P_2O_5 mg/l g Trockensubstanz, (4) P_2O_5 mg/Gefäß.

Tab. 4. Gesamt-Phosphorgehalt der Halme und der Ähren bei Anwendung verschiedener Phosphordüngermengen (1)–(2) s. Tab. 2. a) in 1 g Trockensubstanz, b) je Gefäß.

Tab. 5. Absolute und relative Werte des Phosphor — und Trockensubstanzgehaltes in den einzelnen Entwicklungsphasen (1) Alter in Tagen, (2) Durchschnittlicher P-Gehalt, P_2O_5 mg/ Gefäß und %; (3) Durchschnittlicher Trockensubstanzgehalt mg pro Gefäß und %.

Tab. 6. Verteilung des gesamten Phosphors in den einzelnen Teilen der Weizenpflanze. (1)–(2) s. Tab. 2. (3) prozentuelle Verteilung des Phosphorgehaltes in der Pflanze.

Tab. 7. Durchschnittliche Zunahme oder Abnahme der in den verschiedenen Pflanzenteilen angehäuften gesamten Phosphormenge. P_2O_5 mg/Gefäß. (1) Alter in Tagen (2) Blätter und Halm (Verlust). (3) Ähren (Überschuss), (4) ganze Pflanze (Überschuss).

Внесение фосфорных удобрений на почвах Египта

I. Влияние фосфорных удобрений на рост пшеницы и содержание в ней фосфора

М. КХАДР, Ф. МАКЛЕД и Н. М. МОВЕЛИ

Александрийский Университет, Университет Ал-Азхар и Министерство Сельского Хозяйства О. А. Р.

Резюме

В вегетационных опытах с пшеницей на глинистой почве изучалось влияние фосфорных минеральных удобрений на рост пшеницы и содержание в ней фосфора. Для определения процентного усвоения фосфорного удобрения монофосфат кальция метился изотопом P^{32} . Образцы растений брались в различные фазы их развития. Полученные данные позволили сделать следующие выводы:

1. Внесение фосфорных минеральных удобрений достоверно повышает накопление сухого вещества в растении. В первом периоде (30 дней) темп накопления был незначительным, но затем постепенно увеличивался вплоть до 75-го дня. Максимальные величины наблюдались между 61-м и 75-м днем. До 103-го дня темп накопления постепенно снижается, а затем снова увеличивается.

2. В различных этапах развития содержание фосфора, пересчитанное на один грамм сухого вещества, под влиянием внесения фосфорных минеральных удобрений увеличилось как во всем растении, так и в листьях, стеблях и колосьях. Максимальные значения получены при внесении высоких доз минеральных удобрений. С возрастом растения наблюдается достоверное снижение содержания фосфора во всем растении, в листьях и стеблях и увеличение его содержания в колосьях. Внесение фосфорных минеральных удобрений увеличило содержание усвоенного фосфора (P_2O_5 мг/сосуд) в листьях, соломе, в колосьях, зерне и плевле. Наблюдалось достоверное повышение количество усвоенного фосфора в зависимости от возраста во всем растении, в листьях, стеблях и колосах.

3. В период колошения 70% фосфора накопилось в листьях, 30% — в стеблях и колосьях. В период полной зрелости (142 дня) наблюдалась обратная тенденция.

Табл. 1/а. Данные основных анализов подопытной почвы. (1) Песок (грубый/тонкий) (2) Ил/глина. (3) Общее содержание солей.

Табл. 1б. Данные содержания питательных элементов в почве. (1) Содержание обменных катионов в мг. экв./100 г. (2) Содержание питательных элементов в мг/100 г; общий и растворимый азот, фосфор общий, растворимый в $NaHCO_3$ и в воде.

Табл. 2. Сухое вещество в отдельных органах растения пшеницы под влиянием различных доз внесения фосфорных удобрений. (1) Часть растения и возраст растения в днях. А) Целое растение, В) Листья + стебель, С) Колос, D) Плевел, Е) Зерно. (2) Доза суперфосфата в кг/га. (3) Вес сухого вещества г/сосуд.

Табл. 3. Содержание в растении общего фосфора под влиянием внесения различных доз фосфорных минеральных удобрений. (1) — (2) смотри в таблице 2. (3) P_2O_5 в мг/1 г сухого вещества. (4) P_2O_5 в мг/сосуд.

Табл. 4. Содержание общего фосфора в колосьях и листьях под влиянием различных доз внесения фосфорных минеральных удобрений. (1) — (2) смотри в таблице 2. а) в 1 г сухого вещества. б) по сосудам.

Табл. 5. Абсолютные и относительные значения содержания фосфора и сухого вещества в различные стадии развития растения. (1) Возраст растения. (2) Среднее содержание фосфора P_2O_5 в мг/сосуд и в %. (3) Средний вес сухого вещества в мг/сосуд и в %.

Табл. 6. Распределение общего фосфора в различных органах растения пшеницы. (1) — (2) смотри в таблице 2. (3) Процентное распределение содержания фосфора в растении.

Табл. 7. Среднее увеличение или среднее снижение содержания общего фосфора в отдельных органах растения. P_2O_5 в мг/сосуд. (1) Возраст растения в днях. (2) Лист + стебель (снижение). (3) Колосья (прибавка). (4) Целое растение (прибавка).